



جامعة دمشق
كلية طب الأسنان
السنة الثانية



7 فريق الكيمياء العملي



7

الكيمياء الطبية



Medical Chemistry

35



12



حمض البول والبولة

نقدم لكم المحاضرة السابعة من "مادة الكيمياء الطبية" بقسمها العملي
سنتناول في هذه المحاضرة المعايرة اللونية للبولة وحمض البول في الدم.....

فهرس المحاضرة

• حمض البول

• معايرة حمض البول في الدم (الاطلاع)

• البولة

• معايرة البولة في الدم

عندما يتم طلب تحليل لاختبار عمل الكلية يوضع ثلاث مركبات للمعايرة و هي

الكيراتينين

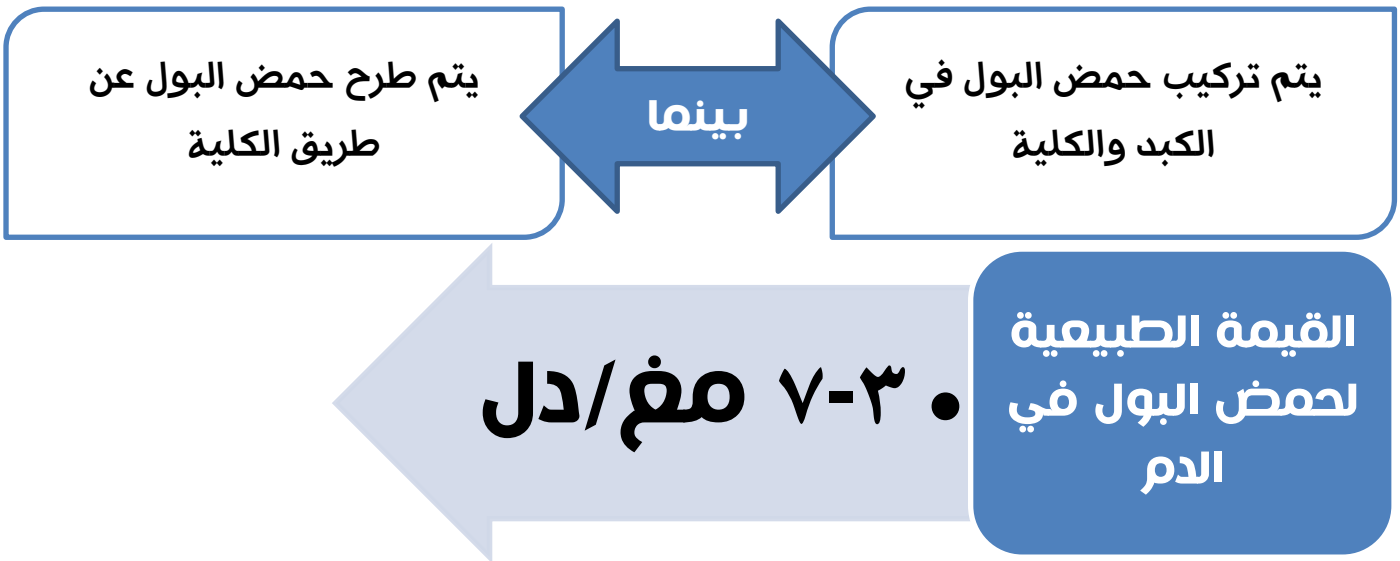
البولة

حمض البول

سندرس في هذه الجلسة معايرة البول وحمض البول على أن نكمل معايرة الكيراتين في الجلسة القادمة

حمض البول Uric Acid

- ❖ حمض البول هو من مقومات الدم الطبيعية
- ❖ يعتبر من التحاليل الدموية الرئيسية التي تُطلب من المرضى لتحقيق من سلامة الأجهزة الموجودة في الجسم (الكلية ...الكبد...الخ)



❖ يتشكل من عمليات تقويض البروتينات النووية سواء أكانت:

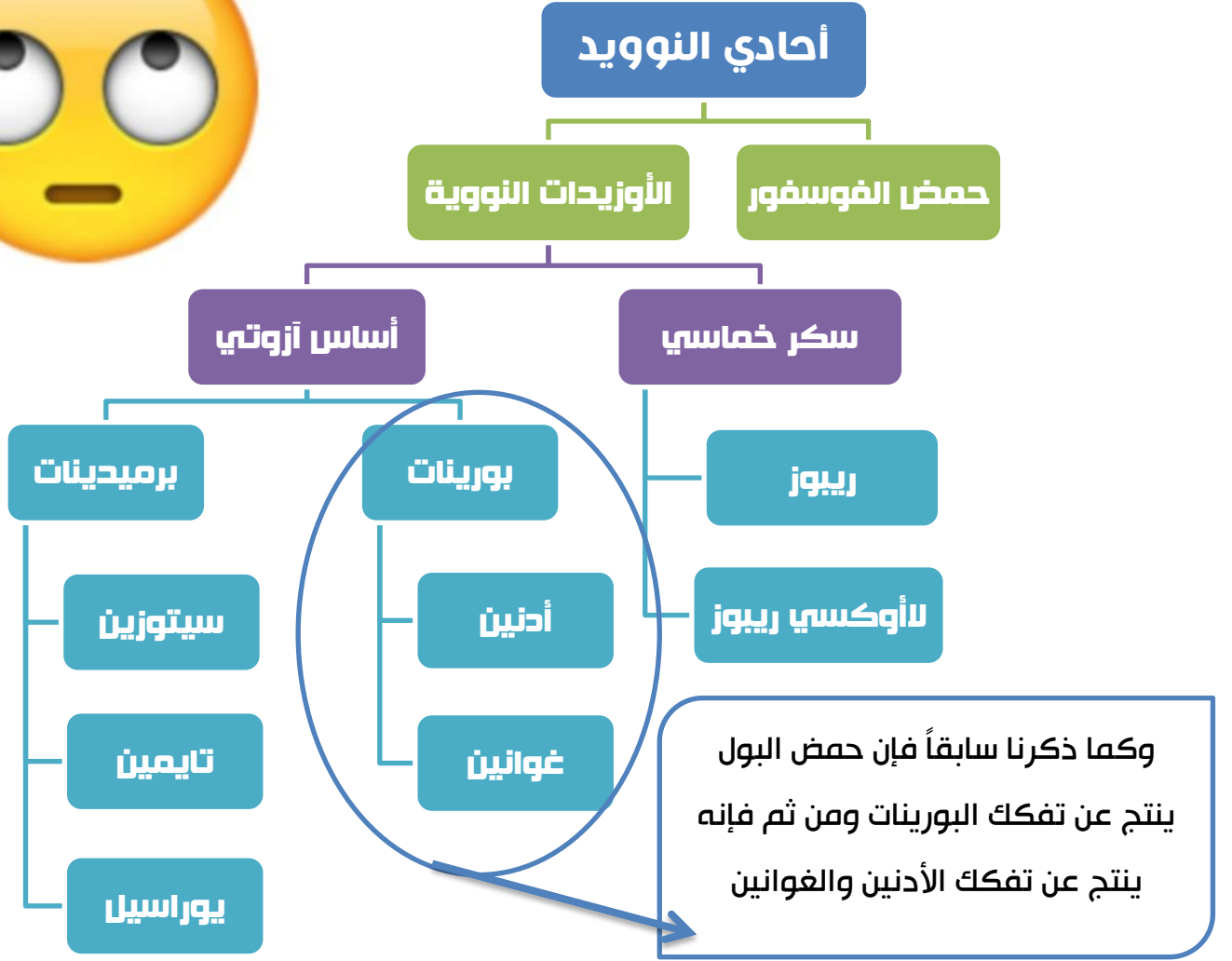
➤ داخية المنشأ: ناتجة عن تقويض أي خلية ميتة في الجسم

➤ خارجي المنشأ: من الأغذية الحيوانية و النباتية المتناولة

❖ وبالتالي يعد الناتج الأخير لتفاعلات استقلاب **البورينات**: والتي هي عبارة عن أسس آزوتية تدخل في تركيب النكليوتيدات التي تشكل الوحدة البنائية الرئيسية في تركيب البروتينات النووية

مخطط الحملة الإنزيمية التامة لأحاديات النوويد (النوويدات، النكليوتيدات):

يتم حلمته وفق المخطط التالي:



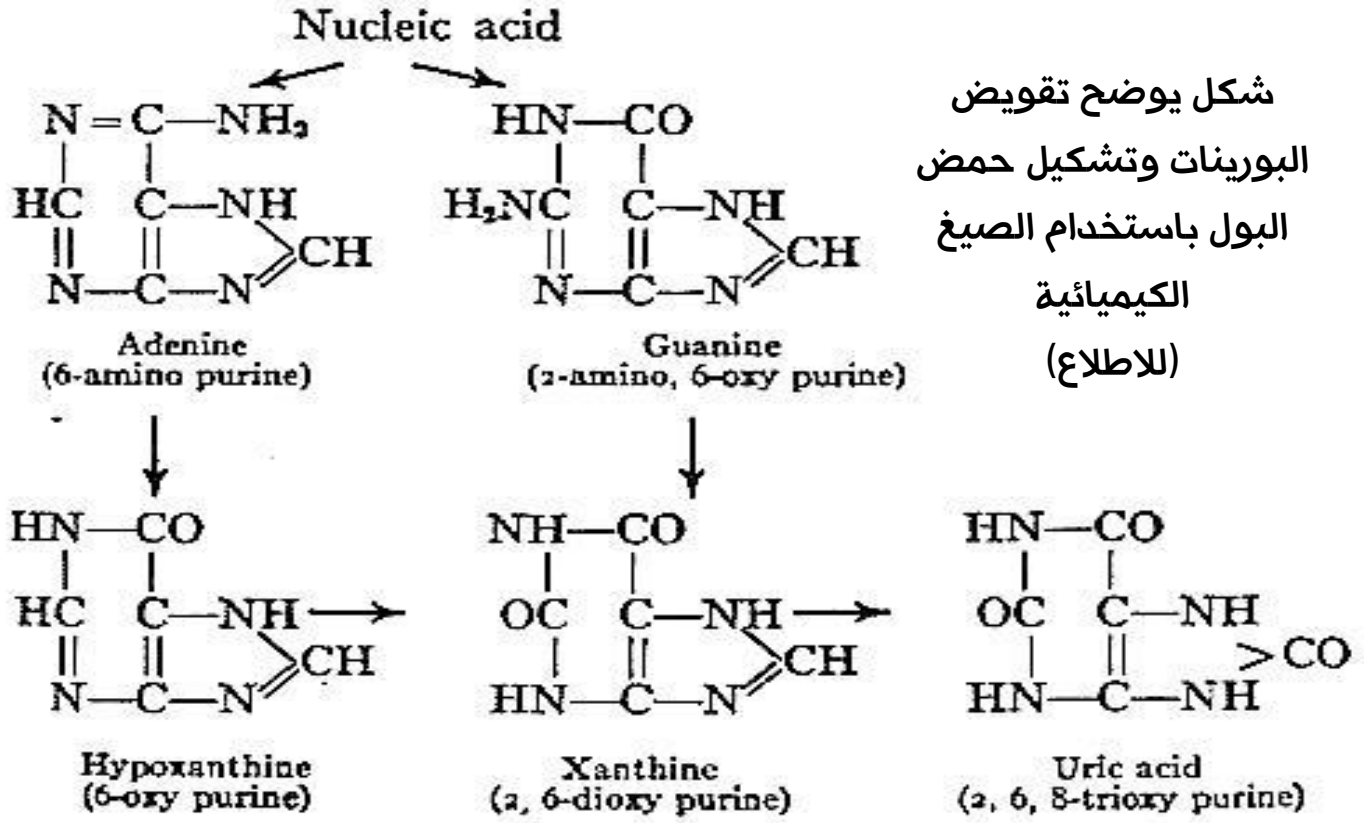
(1) بينما الغوانين وبوجود إنزيم **الغواناز** فيتحول مباشرة إلى **كزانتين**

(2) الذي يتأكسد ليعطي حمض البول بتشكيله.

(1) حيث يتحول الأدينين بوجود إنزيم **الأديناز** إلى **هيوكزانتين**

(2) ومن ثم بعملية أكسدة أولى يتشكل **الكزانتين**

(3) وبعملية أكسدة ثانية يتشكل حمض البول بتشكيله **لاكتام ولاكتيم**



الحالات التشخيصية و المرضية المرتبطة بمعايرة حمض البول في الدم

حالات ازدياد حمض البول في الدم :

- 1) **قصور كلوي** (فشل كلوي): أي خلل في عمل الكلية سوف يؤدي إلى فشل في طرح حمض البول وزيادة نسبته في الدم
- 2) **تناول الساليسيلات بكميات كبيرة**: وهي مركبات مشتقة من حمض السيليسيليك أو حمض الصفصاف من ضمنها مركبات دوائية **مثل الأسبرينات** فتناول المسكنات (الأسبرينات) بشكل كبير يؤدي إلى ارتفاع تركيز حمض البول
- 3) **تناول المدرات**: الزمر الدوائية التي تعمل على خفض التوتر الشرياني تعاكس خروج حمض البول من الجسم
- 4) **اضطراب استقلابي في الجسم**: سببه استعداد وراثي لتكوين حمض البول بكميات كبيرة

ونلاحظ أن القصور الكلوي يتسبب بارتفاع العديد من المواد في الدم (الكالسيوم، الفوسفور، حمض البول.....إلخ)، مما يوضح دور الكلية كجهاز التنقية الأخير في الجسم، الذي يعمل على تخليص الدم من المواد الفائض عن حاجته



DNA Clinical

سريريات

إذا تجاوز تركيز حمض البول في الدم 8-10 مغ/دل في البلازما (أي أصبحت مشبعة بـ حمض البول) يتحول من الشكل السائل إلى الشكل الصلب ويصبح على شكل بلورات إبرية تتوضع في المفاصل الصغيرة مسببةً آلاماً حادة عند الحركة وتدعى هذه الحالة **داء النقرص** (داء الملوك)

والتي تعزى إلى الإفراط في تناول اللحوم (البروتينات) التي تسبب زيادة في تشكيل حمض البول وارتفاعه في الدم



معايرة حمض البول في الدم (الاطلاع)

مبدأ المعايرة

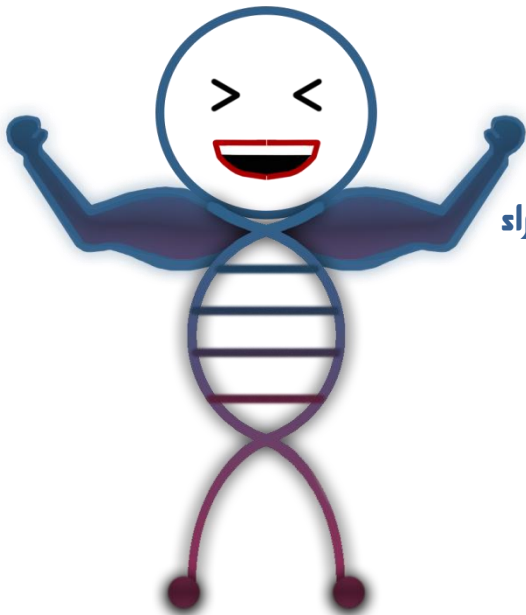
نوع المعايرة: ضوئية أو لونية

مبدأ المعايرة:

حمض البول + فوسفوتنغستات + سيانيد الصوديوم → لون أزرق قابل للمعايرة

العمل

يوضع في أنبوب مثقلة المقادير التالية:



✓ 0.1 مل دم

✓ 3.7 مل كبريتات الصوديوم: لمنع انفجار كريات الدم الحمراء

✓ 0.1 مل تنغستات الصوديوم: لترسيب البروتينات

✓ 0.1 مل حمض كبريت 3/2 نظامي

نثفل لمدة دقيقة واحدة ،

مراحل العمل:

1) نستخدم للمعايرة أنبوبان يطلق على أحدهما الأنبوب المجهول، والآخر الأنبوب الشاهد، ونملؤها بالمقادير التالية:

أنبوب مجهول (م)	أنبوب شاهد (ش)
✓ 3 مل سائل طاف يحوي (0.075 مل)	✓ 1 مل حمض بول شاهد (0,003 مع)
دم	✓ 2 مل ماء مقطر
✓ 0.5 مل كاشف فولن	✓ 0,5 مل كاشف فولن
✓ 2,5 مل سياند الصوديوم	✓ 2,5 مل سياند الصوديوم

ملاحظة: سياند الصوديوم مادة سامة جداً، لذلك تؤخذ بحذر شديد.

2) يوضع الأنبوبان في حمام مائي بدرجة غليان لمدة 10 دقائق ثم نبرد،
3) نقرأ باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي (سبيكتروفوتوميتر) على طول موجة 680 نانومتر

الحساب



$$\frac{\text{ت م}}{\text{ك م}} = \frac{\text{ت ش}}{\text{ك ش}}$$

نطبق القانون:

نعوض:

ونحصل على الناتج بال مغ/دل

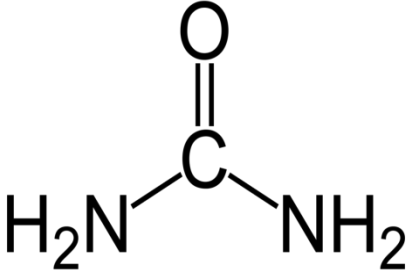
$$\text{ت م} = \frac{\text{ك م}}{\text{ك ش}} \times 4$$

وإذا ضربنا الرقم الناتج ب 10 / 168 × 1000 أي (59) وهو ثابت التحويل حصلنا على الناتج بالميكرو مول / ل.

البولة الدموية Urea

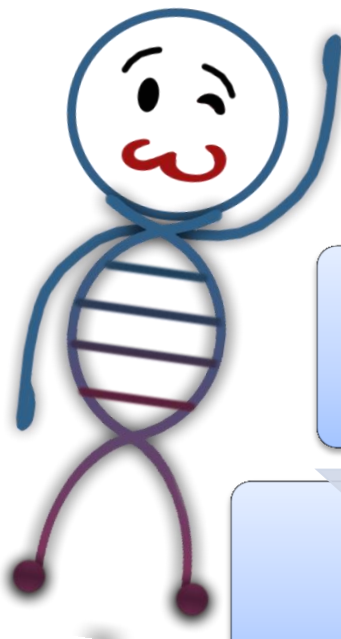
- ❖ البولة هي مقومة دموية رئيسية، تفيد قيمتها في تحديد مدى سلامة الجسم وبشكل خاص الجهاز الكلوي
- ❖ تنتج البولة عن طريق تقويض المركبات البروتينية في الجسم
- ❖ وهي الشكل الأساسي لإزالة سمية النشادر عند الإنسان، والشكل الرئيسي لطرح الأزوت البروتيني من الجسم
- ❖ تتواجد البولة في الجسم بشكل رئيسي في الكلية و الكبد وهما المسؤولان الأساسيان عن تشكيلها
- ❖ يوجد قسم من البولة في الدم و القسم الآخر يطرح عن طريق البول

صيغة البولة (موضحة بالشكل)



تتكون من ارتباط زمرة أمين (NH₂) مع زمرة كربونيل (C=O) ومن ثم فهي تجمع بين الزمرة الأمينية والزمرة الكروكسيلية التي تدخل في تشكيل الحموض الأمينية ويجب حفظ الصيغ كما هي موضحة تماماً مع الانتباه إلى عدم التبديل بين مواقع الذرات

استقلاب البروتينات ودورة البولة



عندما تدخل البروتينات إلى الجسم تتفكك لتعطينا ببتيديات التي تتفك بدورها لحموض أمينية

وعندما تتفك الحموض الأمينية في الجسم تعطي مركبات سامة وهي مركبات النشادر

يعالجها الجسم فيما بعد لتحويلها لمركبات غير سامة (البولة) عن طريق ما يسمى دورة البولة

[illegible]

الهدف منها تحويل مركبات النشادر السامة الناتجة عن تقويض البروتينات إلى مركبات غير سامة وهي عبارة عن مركبات البولة

الأورنثين
هو حمض أميني من غير
الحموض الأمينية الـ 21
المعروفة

التفاعل الرئيسي لتشكيل البولة:

أرجنين + ماء ← بولة + أورنيثين

بوجود أنزيم الأرجيناز

تنطوي دورة البولة على خمس تفاعلات

✓ اثنان منها يتمان داخل المتقدرة

✓ وثلاث منها تتم في الهيولى (خارج المتقدرة)

تفاعلات دورة البولة

تبدأ دورة البطولة في المتقدرة حيث يحدث التفاعل التالي بالترتيب:

(1) النشادر (NH_4) + CO_2 ← الكربونيل فوسفيت $(\text{R}-\text{C}=\text{O}-\text{NH}_3)$

(2) الكربونيل فوسفيت + الأورنثين ← السيترولين

ينتقل بعدها السيترولين إلى الهيولى حيث تحدث التفاعلات الثلاثة التالية بالترتيب:

(3) السيترولين + الأسبارتات ← الأرجينوسوكسينات

(4) الأرحينوسوكسينات ← الأرحنين + فميرات ↗

(5) أرجنين + ماء ← بولة + أورنيثين

الأورنيثين يتابع الدورة أما البولة فتطرح خارج الجسم

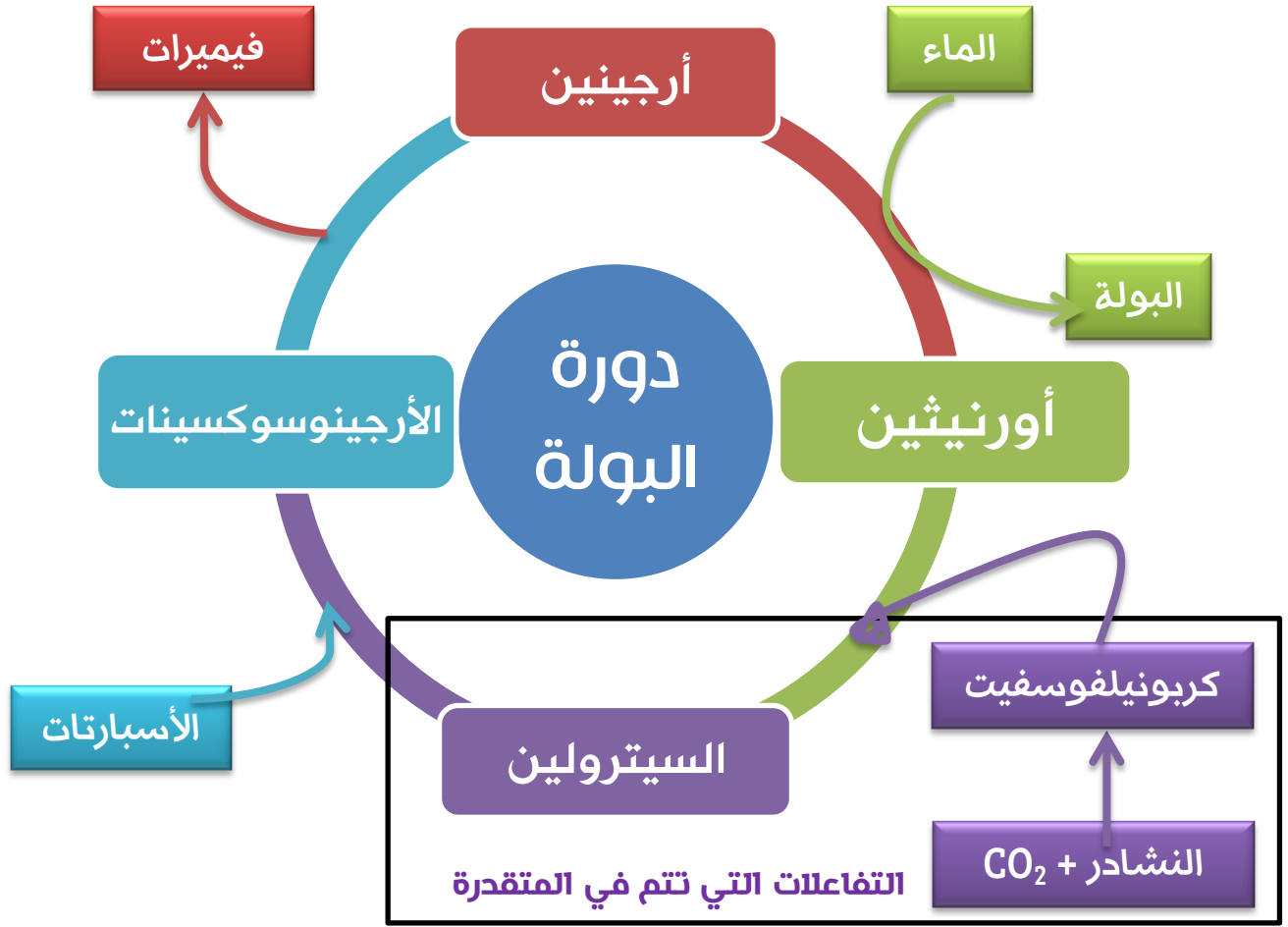
جميع التفاعلات الخمسة هي تفاعلات أنزيمية تتم بوجود انزيمات لكي تقوم

بعملية تسريع التفاعلات

نوهت الدكتورة أننا غير مطالبين بحفظ أسماء الأنزيمات ما عدا أنزيم الأرجيناز فقط

شكل يوضح دورة البولة

التفاعلات التي تتم في الهيولى (خارج المتقدرة)



القيمة الطبيعية للبولة

المطروحة مع البول
٢٥-٣٠ مغ/دل يومياً

الموجودة في الدم
١٥-٤٥ مغ/دل



الحالات التشخيصية و المرضية المرتبطة بمعايرة البول في الدم

حالات ارتفاع البولة في الدم:

- (1) قصور وظيفي كلوي (كما في حمض البول)
- (2) انسداد الطرق البولية بما فيها تضخم البروستات والتهاب المجاري البولية أو المثانة
- (3) القيء الدموي.
- (4) قصور القلب (نقص تروية) الذي يؤدي إلى عدم وصول الدم بشكل كاف إلى الكلية، مما يخفض من كفاءة الكلية وقدرتها على طرح المركبات خارج الجسم

معايرة البولة في الدم

مبدأ المعايرة

نوع المعايرة: ضوئية أو لونية

مبدأ المعايرة:

بولة + ثنائي الخليل أحادي الأوكسيم $\xleftarrow{\text{وسط حمضي}}$ لون أصفر قابل للمعايرة

العمل

يوضع في أنبوب مثقلة المقادير التالية:

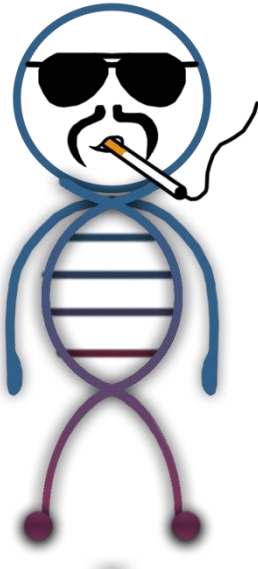
✓ 0,1 مل دم

✓ 3,3 مل ماء مقطر

✓ 0,3 مل تنغستات الصوديوم

✓ 0.3 مل حمض الكبريت 3/2 نظامي

نمزج ونثفل



مراحل العمل

1) نستخدم للمعايرة أنبوبان يطلق على أحدهما الأنبوب المجهول، والآخر الأنبوب الشاهد، ونملؤها بالمقادير التالية:

أنبوب مجهول (م)	أنبوب شاهد (ش)
✓ 1 مل رشاحة تحوي 0,025 مل دم	✓ 1 مل شاهد يحوي 0,025 مل
✓ 1 مل ماء مقطر	✓ 1 مل ماء مقطر
✓ 0,4 مل ثنائي الخليل أحادي الأوكسيم	✓ 0,4 مل كاشف لوني
✓ 1,6 مل حمض الفسفور/حمض الكبريت	✓ 1,6 مل حمض الفسفور/حمض الكبريت

2) نضع في حمام مائي بدرجة الغليان لمدة 15 دقيقة (يصبح اللون أصفر باهت)
3) نبرد ثم نقيس بوساطة مقياس الطيف الضوئي على طول الموجة 520 نانومتر

الحساب

نطبق القانون:

$$100 \times \frac{ك م}{ك ش} = ت م$$

ونحصل على الناتج بوحدة مغ/دل

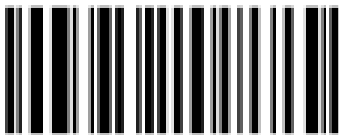
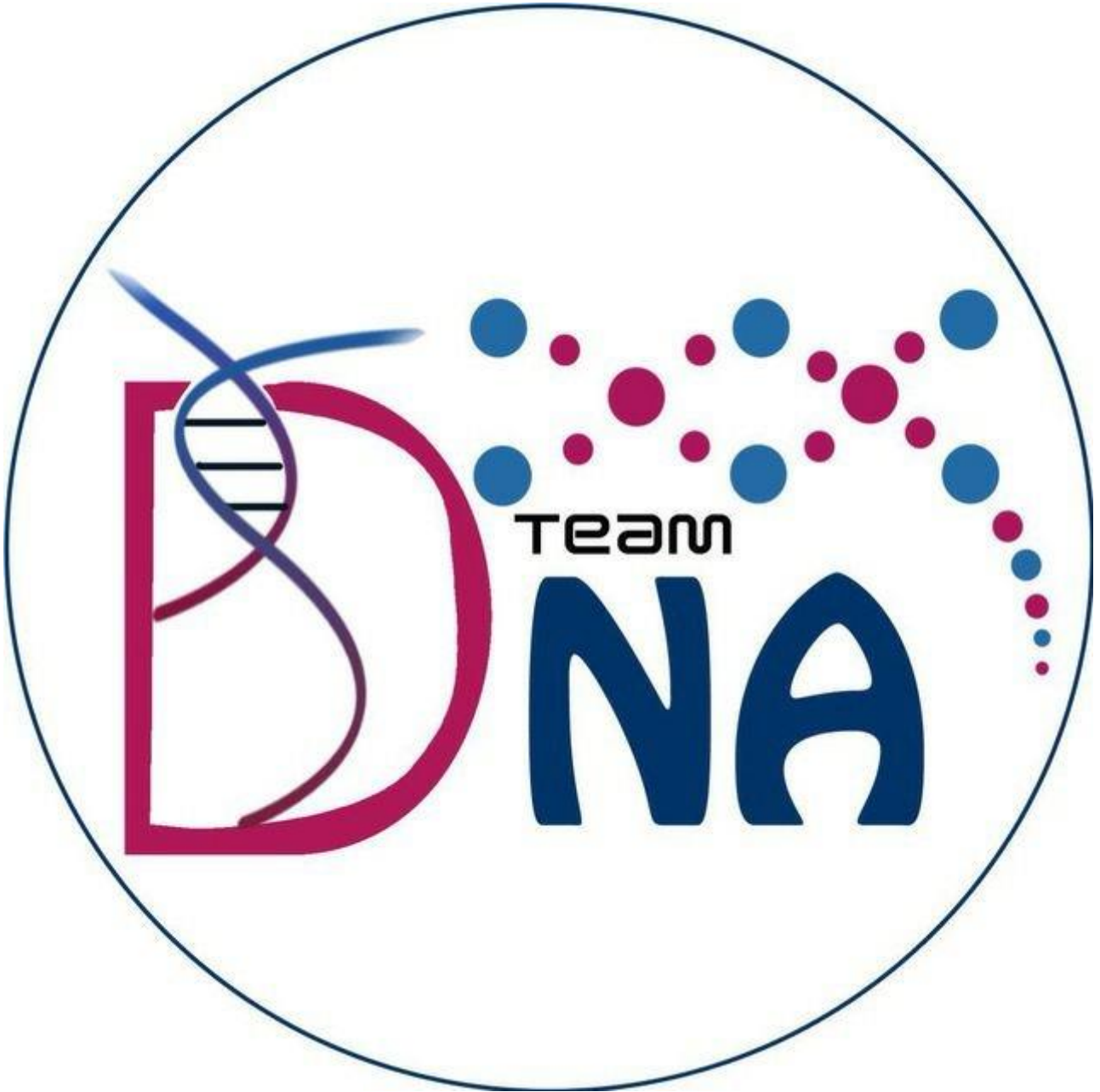
وللحصول على الجواب بالممول/ل نضرب الناتج بثابت التحويل 60/10 أي (0.166)
فيكون :
مغ/دل ضرب 0.166 = ممول/ل

فريق الكيمياء العملي:

Waseem Alloush

Mouhammad Sharabi

محمد وليد العمد



98580025